

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-237386

(P2002-237386A)

(43) 公開日 平成14年8月23日 (2002.8.23)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

H 0 5 B 33/14

H 0 5 B 33/14

B 3 K 0 0 7

C 0 9 K 11/06

6 1 0

C 0 9 K 11/06

6 1 0

6 3 5

6 3 5

6 5 5

6 5 5

H 0 5 B 33/12

H 0 5 B 33/12

C

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願2001-32939 (P2001-32939)

(22) 出願日

平成13年2月8日 (2001.2.8)

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1

(72) 発明者 藤川 久喜

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72) 発明者 野田 浩司

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(74) 代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

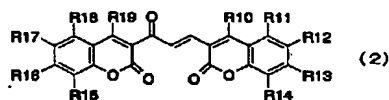
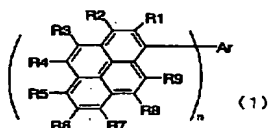
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 耐久性及び純白に近い白色発光有機EL素子を提供する。

【解決手段】 陽極と陰極との間に、設けられる有機化合物層が下記式(1)で表される化合物と、式(2)で表される化合物と

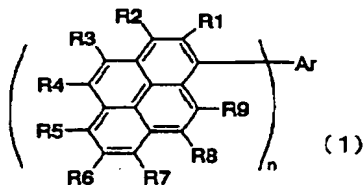


の化合物がドーピングされた橙色発光層とを備える。但し、式(1)及び(2)において、R1～R19は水素原子又は所定置換基、Arは芳香族基、nは2又は3である。上式(1)及び(2)の化合物は、耐久性に優れ、2つの化合物間でフォスター型エネルギー移動が起き、青色とその補色の橙色とが発光し、純白に近い白色発光が得られる。

を含む。具体的には、有機化合物層中の発光層が、上式(1)の青色発光材料(ピレン誘導体)をホストとし、上式(2)に表されるカルコン型色素を橙色ドーピング材料としてドーピングされ、単一発光層により構成される。又は式(1)の化合物を含む青色発光層と式(2)

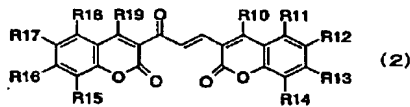
【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電極間に、下記化学式 (1) で表される化合物と、化学式 (2) で表される化合物と
【化 1】



一般式 1

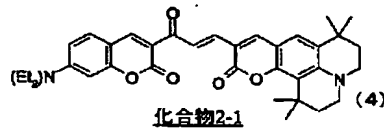
【化 2】



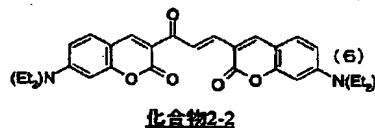
一般式 2

(但し、上記式 (1) 及び式 (2) において、R 1 ~ R 1 9 は水素原子又は所置換基、A r は芳香族基、n は 2 又は 3) を含む有機化合物層を有することを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の有機電界発光素子において、
前記化学式 (1) に表される化合物を含む発光材料中
に、前記化学式 (2) に表される化合物がドーピング材 *



化合物 2-1



化合物 2-2

* 料として含まれていることを特徴とする有機電界発光素子。

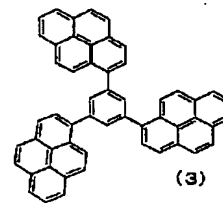
【請求項 3】 請求項 1 に記載の有機電界発光素子において、

前記化学式 (1) で表される化合物を含む第 1 発光層と、前記化学式 (2) で表される化合物を含む第 2 発光層とを備えることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 4】 請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれかに記載の有機電界発光素子において、

10 前記化学式 (1) で表される化合物は、下記化学式 (3)

【化 3】

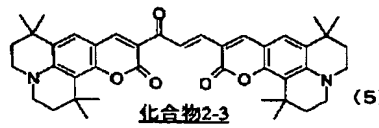


化合物 1-1

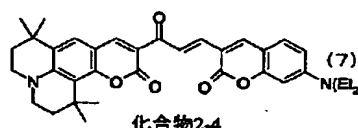
20 で表され、

前記化学式 (2) で表される化合物は、下記化学式 (4)、(5)、(6) 及び (7)

【化 4】



化合物 2-3



化合物 2-4

のいずれかひとつで表される有機電界発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は有機電界発光素子、特に白色発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 有機電界発光素子 (以下、有機 EL 素子という) は、省電力に有利であり、高視野角かつ高輝度発光が可能であるという特性を備えており、次世代平面ディスプレイ素子や、その平面光源として注目されている。

【0003】 このような有機 EL 素子において、白色発光を実現することは、表示パネルの多色化、フルカラー化の要求や、また白色発光そのものを表示光とする、さらには液晶ディスプレイ等のバックライトへのニーズにこたえるためには非常に重要である。

【0004】 しかし、有機 EL 素子に使用可能で、実用

40 レベルの特性を備えた白色発光有機材料は開発されていない。このため、有機 EL 素子において、白色発光を実現する方法として、互いに補色関係にある 2 色を複数又は単一発光層から発光させる方法と、赤、青、緑の三色の発光層を設けて白色を得る方法が提案されている。前者の方法の一つとして、2 つの有機層をそれぞれ発光させる構成が提案されている (特許 2991450 号、特開平 6-158038 号公報、特開平 7-65958 号公報など)。また、正孔輸送層と発光層とを発光させる構成や、青緑ホスト材料に赤色ドーピング材料をドーピングして白色発光を得る方法 (特開平 9-208946 号公報) が提案されている。後者の方法としては、青、緑、赤の発光層を積層にして、白色光を得る方法 (特開平 7-142169 号公報) 等が提案されている。

【0005】 白色発光を得るための上記 2 種類の方法のうち、前者 (補色関係にある 2 色を利用) は、少ない層数で高効率に白色発光を得ることが容易であると考えら

れる。そして、補色関係を有する光とは、例えば、青と黄色～橙色、又は青緑と赤であり、白色を得るためには、まず、これらの色を発光する材料が必要となる。

【0006】青色材料としては、アリアルアレン系やジフェルアントラセン系の材料が高効率で耐久性に優れた材料として知られている。また、特開平6-219973号公報や特開平10-88122号公報には、ピレン誘導体の青色発光材料が開示されている。

【0007】上記青色と補色関係にある橙から黄色系の発光材料としては、ルブレンがキャリアトラップ型の材料として知られ、素子の長寿命化に優れた効果がある。その他の材料としては、レーザ色素のDCM色素（特開平10-308281号公報）が知られている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、純白の光を得るためには、上記補色関係を利用した場合であっても、それぞれ色純度の高い発光材料を用いる必要がある。しかし、現在提案されている発光材料について、その発光色の色純度の高さに着目して材料を選定すると、例えば青色発光材料と橙色発光材料とでは、いずれかの材料の耐久性が乏しく、長い寿命の素子を得ることができないという問題が発生する。

【0009】また、補色を利用して白色発光させるために、2色をそれぞれ別の発光層で得る構成とすると、その分、発光層の作製工程が増加し、有機EL素子の作製工程が複雑になる。また発光層を複数層とせず、正孔輸送層に発光材料をドーピングすることが、例えば特開平6-158038号公報、特開平7-65958号公報に開示されている。しかし、これらに開示されたトリファルアミン骨格を持った正孔輸送材料は、極性の小さい材料であるため、ドーピング材料の発光の主ピークが短波長側にずれることが多い。このため、橙色発光が得られず、青と同時に発光させても純白発光を得ることができないという問題があった。

【0010】また上記特開平9-202946号公報の開示によれば発光層は単一層で、青緑色のホスト材料に赤色のドーピング材料をドーピングすることで白色発光を得ているが、目標となる純白であるCIE座標で(0.33, 0.33)には遠い。また、赤色のドーピング材料の耐熱性なども十分でなく、素子寿命も依然不十分である。

【0011】本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、耐久性に優れ、純白にできるかぎり近い白色発光を得ることの可能な有機EL素子を実現することを目的とする。

【0012】

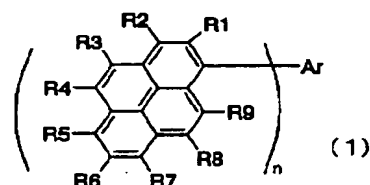
【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明に係る有機EL素子は、電極間に、下記化学式(1)で表される化合物と、化学式(2)で表される化合物と

(3)

特開2002-237386

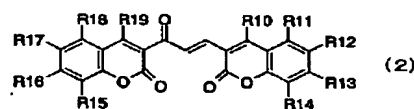
4

【化5】



一般式1

【化6】



一般式2

を含む有機化合物層を備える。なお、上記式(1)及び式(2)において、R1～R19は水素原子又は所定置換基であり、Arは芳香族基であり、nは2又は3である。

【0013】有機EL素子は、電流注入型の素子であるので、定電流駆動したときに、酸化還元の繰り返しに弱い材料や熱的にも最も弱い材料が先に劣化して、素子全体の劣化につながる。本発明の上記化学式(1)で表される青色材料と、化学式(2)で表される橙色材料は、いずれも材料的な安定性(電気化学的、熱的な安定性)に優れる。従って、これら両方を用いて有機EL素子を作製することで、素子全体の安定性を向上させることができる。

【0014】さらに、上記化学式(1)で表される化合物に起因した青色単独の色度は、(0.151, 0.230)、化学式(2)で表される化合物に起因した橙色単独の色度は、(0.524, 0.453)である。従って、これら二つの色度を直線で結ぶと純白である(0.33, 0.33)付近を通り、青と橙色の強度を調節することで、純白が得られる。

【0015】本発明の他の特徴は、上記有機EL素子において、前記化学式(1)に表される化合物を含む発光材料中に、前記化学式(2)に表される化合物がドーピング材料として含まれていることである。

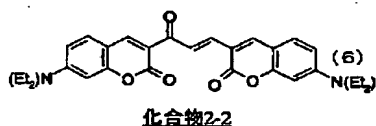
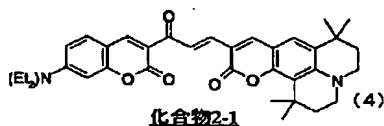
【0016】上記2つの誘導体をそれぞれホスト材料、ドーピング材料として用いた場合、ホストからドーピング材料へのエネルギー移動は、フェルスター型のエネルギー移動である。従って、ホストの発光波長とドーピング材料との吸収波長のずれがあったり、ドーピング材料の吸光度が弱いと、ホストからドーピング材料へのエネルギー移動が完全でなく、これにより青色と橙色が共に発光し白色発光を得ることを可能としている。

【0017】化学式(1)で表される誘導体の発光波長は、結合したピレンに基づくものであるため、440nm～480nmである。化学式(2)で表される誘導体である橙色材料(橙色ドーピング材料)の吸収の中心波長は、490nm～520nmであるため、純白に近い

白色発光有機EL素子を実現することができる。

【0018】本発明の他の特徴は、上記有機EL素子において、前記化学式(1)で表される化合物を含む第1発光層と、前記化学式(2)で表される化合物を含む第2発光層とを備えることである。

【0019】化学式(1)で表される誘導体の発光波長は、結合したピレンに基づくものであるので、440nm～480nmである。化学式(2)で表される誘導体である橙色材料(橙色ドーピング材料)の発光の中心波長は、560nm～600nmである。従って、上述のように単一発光層構造だけでなく、2つの色の光を2層の発光層からそれぞれ得ることによっても耐久性にすぐれかつ純白に近い白色発光有機EL素子を実現することができる。



のいずれかひとつで表される化合物を適用可能である。

【0021】

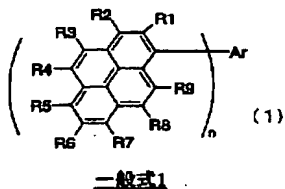
【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態(以下実施形態という)を、図面に従って説明する。

【0022】図1は、本発明の実施形態に係る白色発光を示す有機EL素子の断面構成の一例を示している。図1において、ガラスなどの透明基板10の上に透明電極としてITO(Indium Tin Oxide)等を用いた陽極12が形成され、その上に多層構造で少なくとも発光層を含む有機化合物層200が形成され、この有機化合物層200の上に金属材料として、例えばLiFとAlを用いて陰極14が形成されている。

【0023】本実施形態に係る有機EL素子では、有機化合物層200は、少なくとも、正孔輸送層22と、単独層からなる白色発光層24と、電子輸送層26と、が陽極12と陰極14との間にこの順に積層された多層構造を備える。

【0024】白色発光層24は、一般式(1)

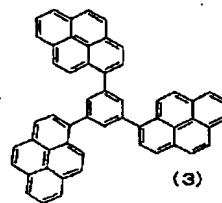
【化9】



で表されるピレン誘導体からなる青色発光材料をホスト材料として含む。なお、式(1)において、R1～R9

*【0020】また、本発明において、上記いずれかの有機EL素子において、前記化学式(1)で表される化合物は、下記化学式(3)

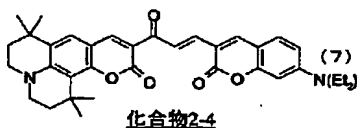
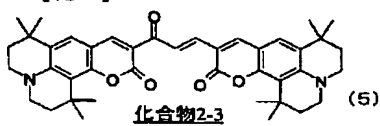
【化7】



化合物1-1

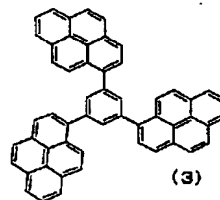
で表され、前記化学式(2)で表される化合物は、下記化学式(4)、(5)、(6)及び(7)

【化8】



は水素原子又は所望の置換基、Arは芳香族基、nは2又は3であり、ピレンに基づく440nm～480nmの波長を発する。一例として、下記化学式(3)

【化10】



化合物1-1

が採用可能である。

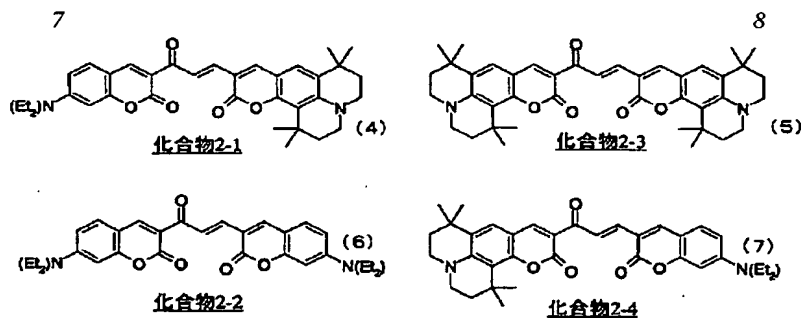
【0025】白色発光層24には、さらに、一般式(2)

【化11】



で表され、上記青色と補色関係にある橙色の発光材料がゲスト材料としてドーピングされている。この化合物は、カルコン型化合物(色素)であり、式(2)中、R10～R19は水素原子又は所望の置換基であり、この材料の吸収の中心波長は490nm～520nmである。一例としては、下記化学式(4)、(5)、(6)及び(7)

【化12】



に示されるような化合物が採用できる。

【0026】本実施形態において、発光層24に含まれる上記式(1)のゲスト材料と上記式(2)のドーピング材料との間のエネルギー移動は、フェルスター型である。そして、上記ホスト材料の発光波長と、上記ゲスト材料の吸収波長にずれがあり、かつゲスト材料の休高度が弱いので、ホストからゲストへのエネルギー移動が完全に起こらず、単一発光層24内でホストとゲストの両方の発光が得られ、白色発光を得る。

【0027】上記化学式(1)のピレン誘導体化合物に起因した青色単独の色度は、(0.151, 0.230)であり、化学式(2)で表されるカルコン型化合物に起因した橙色単独の色度は、(0.524, 0.453)である。従って、これら二つの色度を直線で結ぶと純白である(0.33, 0.33)付近を通る。従って、青と橙色の発光強度、例えばドーピング材料のドーピング量を調節することにより発光色(合成色)の色度座標をかえることができ、適切な条件に設定することで純白を得ることができる。

【0028】本実施形態において、正孔輸送層22、電子輸送層26に用いられる材料は特に限定されない。一例を挙げれば、正孔輸送層22には、トリフェニルアミン4量体(TPTE)、電子輸送層26にはキノリノールアルミ錯体(A1q3)等を用いることができる。もちろん、他の正孔輸送性化合物、他の電子輸送性化合物も採用可能である。さらに、図1に示すように、正孔注入層20を陽極12と正孔輸送層22との間に設けてもよく、この場合、正孔注入層の材料として例えばCuPc(銅フタロシアニン)、スターバーストアミン、バナジウム酸化物等が採用可能である。

【0029】陰極14としては、上述のように例えばLiFとAlの積層電極を用いることができるが、材料はこれらには限られず、他のアルカリフッ化物、アルカリ酸化物あるいは金属をドーピングした有機層を、金属陰極と電子輸送層との間に電子注入層として設けても良い。

【0030】以上のような構成により、本実施形態の有機EL素子は、発光層24に対し、陽極12から(正孔注入層20及び)正孔輸送層22を介して正孔が注入され、陰極14から電子輸送層28を介して電子が注入され、青色発光材料(ホスト)と、これと補色関係の橙色発光材料(ゲスト)の両方が発光し、純白光が射出され

る。

【0031】次に、上記説明では、発光層として、青色材料に橙色材料をドーピングした単層の白色発光層を示した。しかし、図2に示すように、上記式(1)に表される青色材料からなる青色発光層と、式(2)に表される橙色材料からなる橙色発光層とをそれぞれ設けた積層型白色発光層としてもよい。このような積層構造であっても優れた特性の白色発光素子を得ることができる。なお、上記橙色発光層は、例えばA1q3をホスト材料とし、式(2)に示すカルコン型色素をドーピング材料とし、カルコン型色素を所望量をこのホスト材料中にドーピングすることで得ることができる。このような2層構造の発光層は、単層の白色発光層24を備える有機EL素子と比較すると、製造工程の増加にはなるものの、単層の場合と同様に、発光色として純白を実現でき、また青色も橙色のいずれの発光層の耐久性も高いため、素子の長寿命化にも寄与することができる。

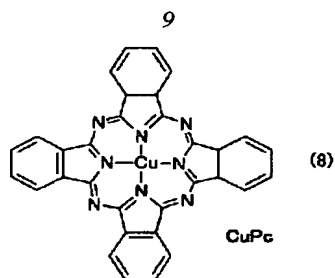
【0032】

【実施例】<実施例1：青色発光層に橙色ドーピング材料をドーピングした白色有機EL素子>次に、実施例1に係る青色発光素子について説明する。素子構成は上述の図1と同じであり、単一白色発光層24においてピレン誘導体を青色ホスト材料とし、カルコン型色素を橙色ドーピング材料として用いる。

【0033】(実施例1の素子作製)ITOの透明電極12が予め形成されているガラス基板10を有機アルカリ洗浄剤セミコクリーン56(フルウチ化学)、純水、アセトン、エタノールの順で超音波洗浄後、ITO表面の有機汚染部質を除去するために、UVオゾン処理を行い、すばやく蒸着装置にセットした。また、前処理室で、アルゴンと酸素の混合ガスでプラズマ処理を行い、ITO基板をクリーニングした。

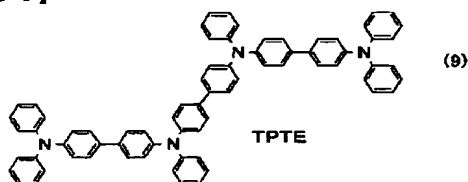
【0034】次に、真空中で有機膜用のマスクを装着後、カーボンつつば加熱により、有機化合物層200を連続形成した。まず、下記化学式(8)

【化13】



に示されるCuPcを10nm積層し正孔注入層20を形成した。続けて、下記化学式(9)

【化14】

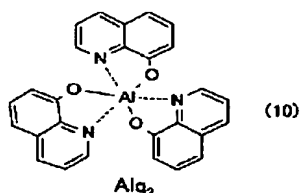


に示されるTPTEを50nm積層して正孔輸送層22を形成した。

【0035】次に、上記化学式(3)で表されるピレン誘導体(化合物1-1)をホスト材料とし、このホスト中に上記化学式(5)に示されるカルコン色素(化合物2-3)を1.5%ドープして白色発光層24を40nm積層した。

【0036】続いて、下記化学式(10)

【化15】



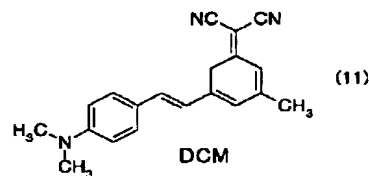
に表されるキノリノールアルミ錯体(Alq3)を電子輸送層26として20nm積層した。以上の有機化合物層200の各層の成膜レートは、2~6nm/minで行った。

【0037】さらに、真空中でマスクを陰極電極用に変え、LiFをWフィラメントから3nm/min、AlをPBNルツボから10nm/minの堆積速度で、それぞれ、0.5nm、160nm成膜し、陰極14を形成した。

*【0038】なお、素子の上記各層は、真空度を 8×10^{-7} Torr (1 Torr \approx 133 Pa) 以下とする条件で形成した。以上のようにして陰極まで形成することで得られた素子に対して、次に、露点が60℃以下の乾燥窒素中で、紫外線硬化樹脂を用いて封止処理を施した。

【0039】(比較例1) 上記実施例1の比較するため、比較例1(a)として、上記化学式(3)で示されるピレン誘導体を用いた青色発光層に、橙色の発光色素として下記化学式(11)

【化16】



に示すDCMをドープし、他の要素については上記実施例1と同一の素子を作製した。

【0040】また比較例1(b)として、発光層が2層の積層型の素子を作製した。具体的には、この比較例1(b)に係る素子は、陽極：ITO/正孔注入層：CuPc(10nm)/正孔輸送層：TPTE(50nm)/青色発光層：化合物1-1(20nm)/橙色発光層：DCMを1.5%ドープした化合物1-1(20nm)/電子輸送層：Alq3(20nm)/陰極：LiF, Alが順に積層されて構成されている。

【0041】(特性評価1) 上述の方法で作製した有機EL素子について、発光スペクトル、注入電流密度と発光輝度、印加電圧と発光輝度の関係を測定し、発光効率についても算出した。また、初期輝度が2400cd/m²になるように電流を注入し、輝度の駆動電圧依存性も測定した。図3~図5に発光スペクトル、表1に初期特性、図6に動作寿命を示す。

【0042】実施例1の素子では、図3に示されるように発光スペクトルが2つの山に分かれており、470nmと575nmに主ピークを持つスペクトルが得られた。このとき色度座標は、(0.34, 0.40)であり、ほぼ純白の発光が得られている。

【0043】下記表1

【表1】

表1

	300cd/m ² 発光時のEL特性				色度座標	
	電圧(V)	発光効率(lm/W)	電流効率(cd/A)	量子効率(%)	x	y
実施例4-1	5.0	4.5	7.1	2.84	0.337	0.400
比較例4-1(a)	4.6	7.3	10.7	3.94	0.505	0.468
比較例4-1(b)	4.6	5.5	8.1	3.2	0.429	0.408

に示すように、実施例1の素子では、電流効率も7cd/Aを超えており、十分な効率を有する。これに対し

て、DCMをドーピング材料として用いた比較例1

(a)では、青色発光成分がほとんどなく、580nmを主ピークとする黄色に発光し、色度が(0.51, 0.47)であった。つまり、比較例1(a)の素子構成では白色発光素子を得ることができなかった。

【0044】また、素子駆動前後での発光スペクトルの変化をみると、まず、図4に示すように、実施例1では、橙色成分がやや低下するものの、連続駆動後においても白色の許容範囲に収まっている。これに対して、初期の発光色が白色になるように、発光層を2層構造とした比較例1(b)の素子では、図5に示すように駆動すると橙色成分が非常に弱くなり、相対的に青色成分が強くなってしまい、素子としての発光色に水色に変化してしまった。従って、初期特性は白を示す比較例1(b)の素子であっても、色調の経時変化が大きく、ディスプレイパネルとして利用が困難であることがわかる。

【0045】さらに、輝度の半減寿命を初期輝度2400cd/m²として測定を行った結果、図6に示すように、実施例1では、比較例1(b)の2倍以上であり、実施例1の素子が長寿命であることが確認された。

【0046】(効果)上述のように化学式(1)に示す誘導体の発光の中心波長は、結合したビレンに基づくものであるため、440~480nmである。化学式

(2)に示す誘導体色素を用いた橙色ドーピング材料の吸収の中心波長は、490~520nmである。この色素の場合、ホストからドーピングへのエネルギー移動は、フォレスター型のエネルギー移動であると考えられる。本発明に係る素子では、図3からもわかるように、ホストの発光波長とドーピングの吸収波長とにずれがあり、橙色ドーピング材料の吸光度が小さい。従って、ホストからドーピングへのエネルギー移動が完全に起こらず、青色と橙色が共に発光し白色発光を得ることができる。これに対して、比較例1(a)のようにDCMをドーピング材料として用いると、DCMは、吸収波長が490nmと青色ホストの発光波長よりやや長い為、吸光度が大きいためエネルギー移動しやすく、図3でも明らかにDCM固有の黄橙色になってしまう。

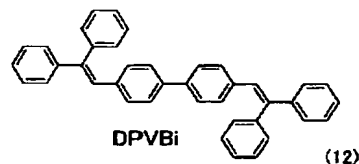
【0047】また、化学式(1)及び化学式(2)で表した材料の電気化学的、熱的安定性は、従来の有機EL材料よりも優れるため、これらを用いた素子の動作寿命が長くなった。

*【0048】＜実施例2：青色発光層と橙色発光層の2層構成の有機EL素子＞

(実施例2の素子作製)実施例2として、2層の発光層を備えた白色発光素子を作製した。構成は図2と同じである。基板として、上記実施例1と同じく洗浄を施したITO付きガラス基板を用いた。真空中で有機膜用のマスクを装着後、カーボンるつぼ加熱により、有機化合物層として、正孔輸送層(TPTE)を60nm、青色発光層(化学式(3)に示すビレン誘導体)を10nm、橙色発光層(A1q3に化学式(7)に示すカルコン型色素を体積で1.5%ドープ)を20nm、電子輸送層(ノンドープA1q3)を30nm成膜した。次に、真空中でマスクを陰極電極用に換え、LiF電子注入層をWフィラメントから3nm/minで0.5nm、PBNルツボから10nm/minの堆積速度で160nm形成した。素子の各層の形成条件としては、真空度8×10⁻⁷Torr以下で行った。また各層を形成した後、実施例1と同様に窒素中で金属缶を封止した。

【0049】(比較例2)比較例2として、実施例2において青色発光層材料として用いた化学式(3)に示すビレン誘導体に代え、下記化学式(12)

【化17】



に示すジスチリルアリーレン系の青色材料(DPVBi)を用いた素子を作製した。なお、この比較例2に係る素子では、青色の発光輝度が低いので、青色発光層としてDPVBiを20nmと実施例2の対応する層より厚くし、橙色発光層としては化学式(7)に示すカルコン型色素を1.5%ドープしたA1q3よりなる層を10nmとした構成とした。他の層については、実施例2と同じである。

【0050】(特性評価2)上述の方法で作製した有機EL素子について、実施例1と同様にして、発光スペクトル、初期特性と素子の半減寿命を測定した。ELスペクトルを図7、動作寿命を図8に示す。発光輝度と色度座標を下記表2

【表2】

表2

	300cd/m ² 発光時のEL特性				色度座標	
	電圧(V)	発光効率(lm/W)	電流効率(cd/A)	量子効率(%)	x	y
実施例4-2	5.2	3.8	6.0	2.8	0.317	0.337
比較例4-2	5.1	2.8	4.2	2.0	0.311	0.344

に示す。

【0051】図7のスペクトル図に表されるように、実

施例2の素子は、ELのピーク波長が470と575nmの白色素子であった。また、比較例2の素子もピーク波長が470と575nmと実施例2と同様の発光が得られており、どちらの素子も、発光層の膜厚とドーピング量の調整により白色発光が得られている。しかし発光輝度には、大きな差がある。つまり比較例2では、表2に示したように、電流効率で4.2cd/Aに過ぎないが、実施例2では、6.0cd/Aと効率が高い。

【0052】また、初期輝度を2400cd/m²としたときの輝度の半減寿命について見ると、図8に示されるように、比較例2は3時間であるのに対して、実施例2では、30時間以上に延びる。実施例2及び比較例2の素子の場合、橙色色素をドーピングしたAlq3の耐久性が優れるため、青色発光層が先に劣化し、素子全体の寿命を支配する。実施例2の素子では、耐久性に優れたピレン骨格の青色発光材料を用いているので、長寿命化が達成できている。

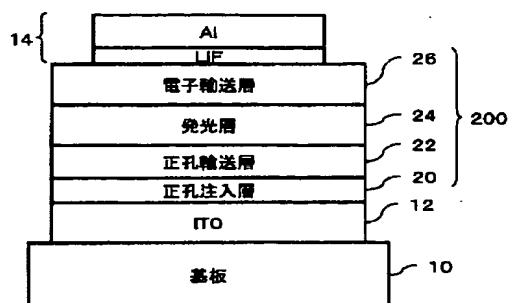
【0053】（効果）白色発光を得る場合には、上述のようにそれぞれの発光スペクトルの色度を結ぶと、白色の色度である(0.33, 0.33)を通る必要がある。また、白色を得るためには、ある一定の発光強度をとる必要があるが、実施例2では青、あるいは、橙色発光のいずれの発光強度も高いため、発光強度の弱い方に、他の発光強度を調整する（弱める）必要がなく、高効率の白色発光が実現できた。

【0054】素子の寿命に関しても、比較例2に示されるように従来の青色材料を用いると、その青色発光層の劣化が素子寿命を律速するが、実施例2のように耐久性に優れた青色材料を用いることで、連続駆動時の半減寿命が非常に長くなる。さらに、橙色発光の劣化と同じ程度の緩やかな輝度低下で青色発光が低下するため、白色の色度が駆動時間とともにほとんど変化しないという利点もある。

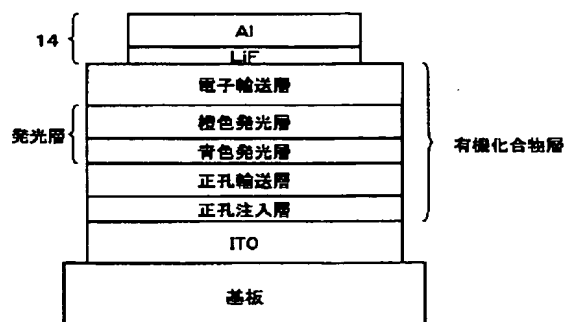
【0055】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、有機化合物層、特に発光層の材料に、化学式(1)に示され

【図1】



【図2】



る青色発光材料と、化学式(2)に示される橙色発光材料を用いる。いずれの化合物も高効率、長寿命の発光材料であり、これらを用いることにより、高効率で長寿命の白色発光有機EL素子を実現することができる。

【0056】また、本発明において上記青色材料と橙色材料とを採用することにより、色度座標上で、(0.33, 0.33)の純白に近い発光を得ることができる。発光層は、青色材料に橙色材料をドーピングした単独発光層構造、あるいは、青色材料と橙色材料をそれぞれ独立した発光層とした積層構造のいずれでも、優れた特性の素子が構成できる。また、前者の単独発光層構造とすればさらに、素子作製工程の簡略化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態及び実施例1に係る白色有機EL素子の概略構成を示す図である。

【図2】 本発明の実施形態及び実施例2に係る白色有機EL素子の概略構成を示す図である。

【図3】 本発明の実施例1及び比較例1(a)に係る有機EL素子の発光スペクトルを示す図である。

【図4】 実施例1に係る有機EL素子の初期特性と連続駆動後における発光スペクトルの変化を示す図である。

【図5】 比較例1(b)に係る有機EL素子の初期特性と連続駆動後における発光スペクトルの変化を示す図である。

【図6】 実施例1及び比較例1(b)に係る有機EL素子の発光輝度の経時変化を示す図である。

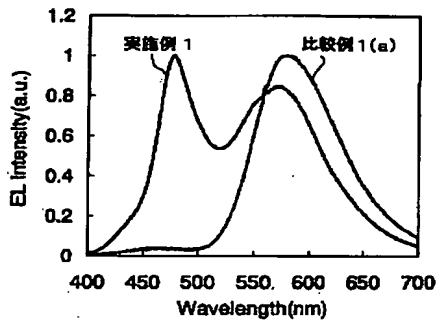
【図7】 実施例2及び比較例2の有機EL素子の発光スペクトルを示す図である。

【図8】 実施例2及び比較例2に係る有機EL素子の発光輝度の経時変化を示す図である。

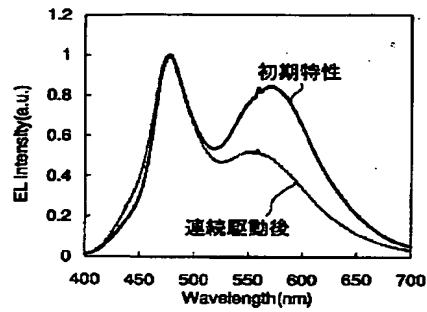
【符号の説明】

10 基板、12 陽極、14 陰極、20 正孔注入層、22 正孔輸送層、24 白色発光層、26 電子輸送層。

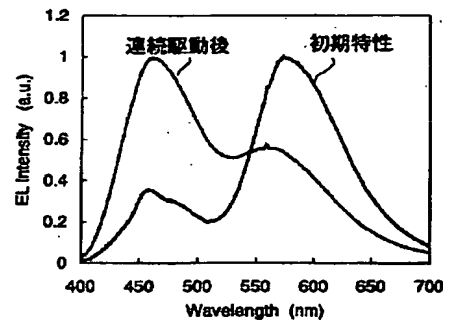
【図 3】



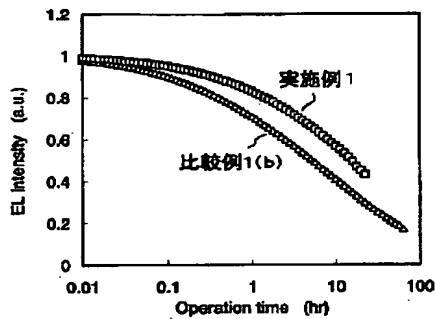
【図 4】



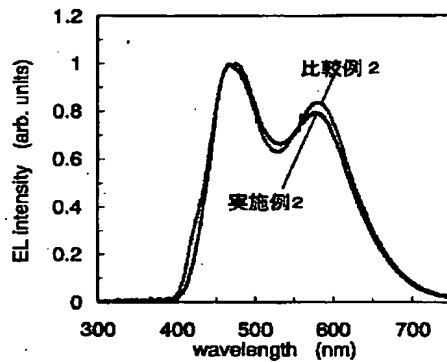
【図 5】



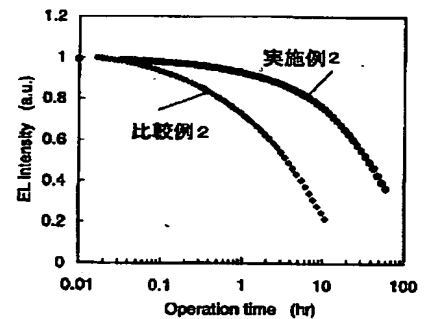
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 三浦 篤志
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内
(72)発明者 石井 昌彦
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 大脇 健史
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内
(72)発明者 多賀 康訓
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

Fターム(参考) 3K007 AB02 AB03 AB04 AB11 AB18
BB01 BB04 CA01 CB01 DA01
DB03 EB00

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.